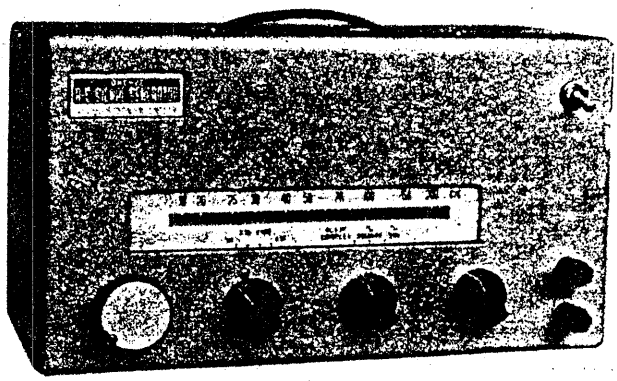


MODEL ORC-27

取扱説明書 目次

仕　　様	1
概　　要	2
ウイーン型 ORC	〃
N F 回 路	3
フイード・バック制御	4
本機の回路	〃
RC発振回路	〃
クリッパー回路	5
複合波の形成	〃
1Mを測定する	〃
出力回路	6
付属回路	〃
ORC-27回路図	2
保　　守	7
発振周波数の較正	〃
周波数標準	〃
周波数の比較	8
応　　用	〃
容量計による	〃

KIKUSUI ORC-27

AUDIO FREQUENCY OSCILLATOR

周波数レンジ	×1	18～200c/s
	×10	180～2,000〃
	×100	1800～20,000〃
	×1k	18～200kc
周波数確度	18c/s～200kcに対し	±(2%+1c/s)
周波数安定度	AC 100V ±5%に対し	最大 1%
出力電圧安定度	AC 100V ±5%に対し	最大 0.5dB
正弦波	最大出力電圧	最小 5V rms
	周波数特性	最大 ±0.5dB (1000c/s基準)
	歪率	最大 1% (1000c/sにて)
矩形波	最大出力電圧	最小 10V P-P
	周波数特性	最大 ±0.5dB, 20kc 以下
	水平部の傾斜とはね返り	最大 1 dB
複合波	出力電圧	最小 10V P-P
	ベース	電源周波数
	重畳波	18c/s～200kc
	振幅比	約 4:1
出力インピーダンス		最大 3kΩ
使用真空管	6AV6……1	12AT7……1
	6AR5……2	6X4……1
寸法	(最大寸度)	300 (305)×170 (180)×153 (180)mm³
重量		約 4.5 kg

KIKUSUI DENPA CO., LTD.

－ 保 証 －

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1．取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2．不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3．天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

－ お 願 い －

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

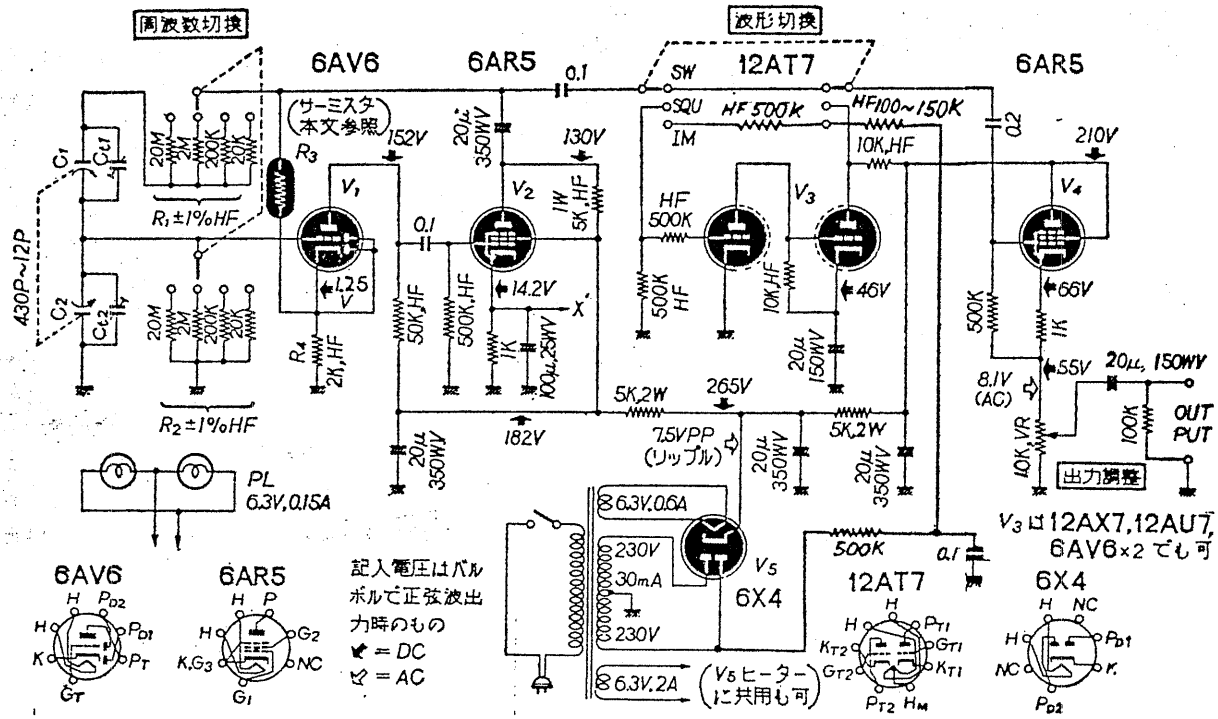
本器はウイーン・ブリッジ型の RC 発振回路を使用しました。数ある RC 発振回路のうち周波数を連続変化するものにもつとも好都合で、性能も他の形式をはるかに抜いていますから、RC 発振器といえばウイーン型を指すほど、多く採用されている方式です。

ウイーン型ORCは、ウイーン・ブリッジと増幅器を第2図のように組合せたもので、普通ブリッジの1辺に熱を中介とする非直線抵抗を挿入します。非直線抵抗とは、電圧または電流の値で抵抗値が変る抵抗のことで、正の帰還(PF)が強過ぎて発振出力が大きくなると、自動的に負の帰還(NF)が余計にかゝり、つねに一様な強さの発振を継続させる働きがあり、同時に増幅器の飽和を避けることができますから、歪の少ない発振出力を取出すことができます。PF と NF を差動的に動作させるのに非直線抵抗を使う方式は、通信大学の博多五六氏が15年前に発明されたもので特許になつていることを書加えておきます。

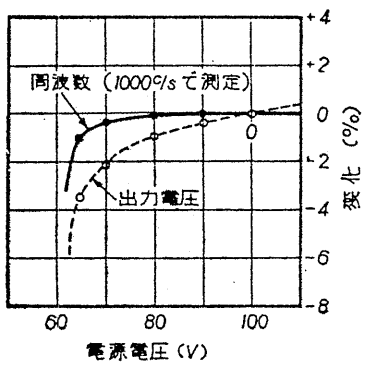
第3図にウイーン・ブリッジで、抵抗とコンデンサーを組合せた周波数選択回路がPFを、抵抗だけの回路がNFを受持つています。PF 回路は第4図のように、LとC の同調に以た性質を表します。つまり、A-C間に一定の交流電圧を与えてB-C間の電圧を調べてみますと、周波数が

$$f=\frac{1}{2\pi RC}$$

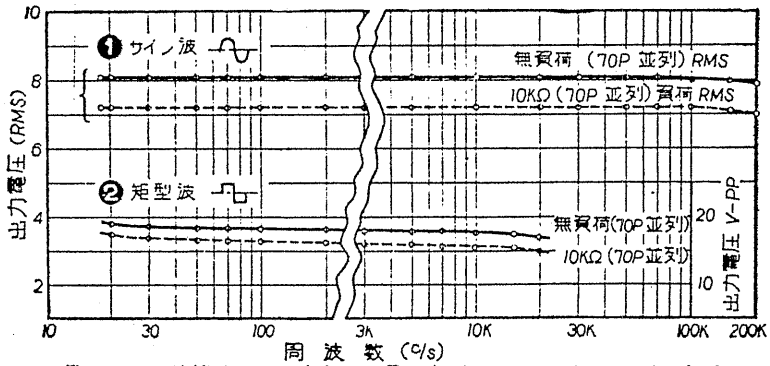
のとき最大になり、C_1 と C_2 および R_1 と R_2 がそれぞれ等し



第1図—ORC の全回路図



参考 A図—電源電圧の変化に強い



参考 B図—周波数特性はこのようにフラットである．短波型は20kc.まで

いとすれば、ちょうどA-C間の電圧の1/3で、しかも両者の位相が一致します。

この性質を応用して才5図のようなORCを作ることができます。Rvは増幅器の増幅度を3倍に調整する可変抵抗です。

フイード・バック増幅器の増幅度A′は、饋還率β、饋還する前の増幅度Aとの値に

$$A' = \frac{A}{1 - A\beta}$$

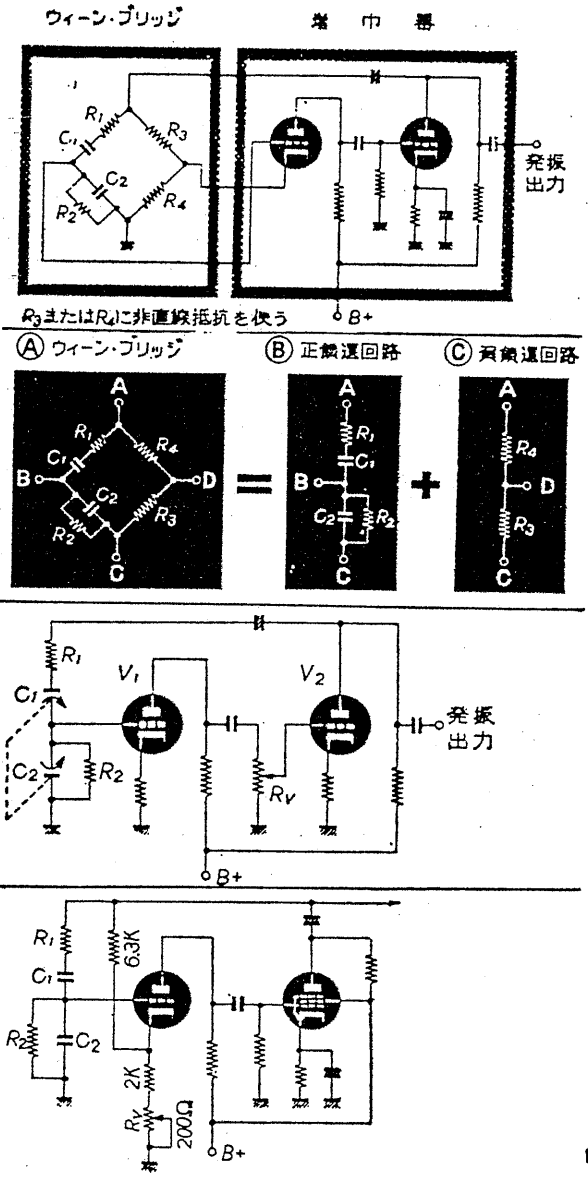
の関係があることは先刻ご承知の通りで、この式の分母1—Aβが0になればA′は無限大になり発振することを意味します。才5図の回路にこの方式を当てはめてみますと

$$1 - A\beta = 1 - 3 \times \frac{1}{3} = 0$$

になり発振することがわかります。

才5図の発振回路は、電源電圧が下つたり、真空管が劣化して増幅度が3よりわずかでも落ちれば発振が止まります。このことを恐れて、あらかじめ正常状態で増幅度を3倍以上にしておくと、PFが強過ぎてV₁かV₂が飽和するまで発振が強くなり、波形は矩形波に近い甚しく歪んだものになります。こんな理由て才5図の回路を実用化するには電源電圧や真空管特性の多少の変動に対して、増幅度が変化しない増幅回路がないと実用になりません。

NF回路　安定度のよい増幅器はNFによつて簡単に得られます。NFした増幅器のゲインは、A×βが1より充分大きいときは、ほとんどβだけできまり、Aβが大きいほど安定です。この事実を才5図のORCに適用すると才6図がで

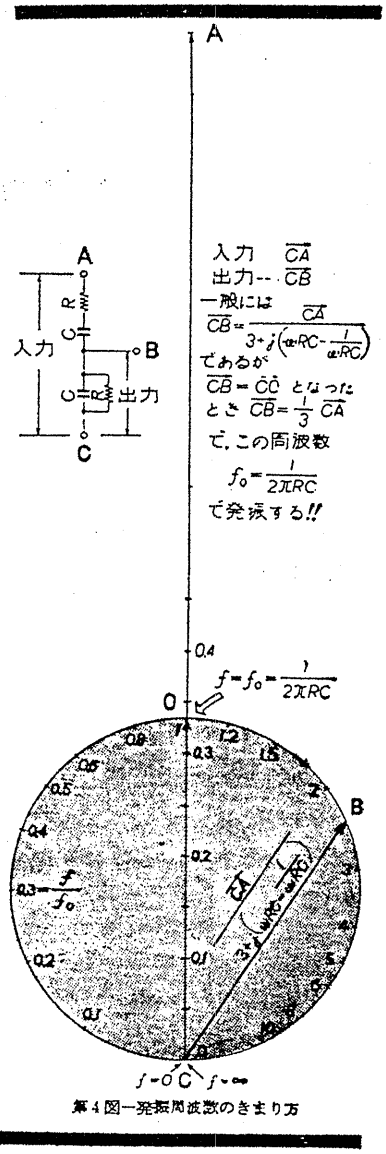


第2図—
このRC型発振器はウイーン・ブリッジと増幅器とをこのように組合わせたものである

第3図—
ウイーン・ブリッジを分解して考えると……

第5図—
ごく簡単なORC

第6図—
抵抗NFをかけたORC



第4図—発振周波数のきまり方

き上ります。Rv は NF 回路のβを微少に変化して A′を3に調整する可変抵抗で、オ5図にくらべるとだいぶ実用的になつています。

しかしPF回路のRとC、NF回路のRなどは、つねに絶対一定の値ではなく、温度や時間、あるいは印加電圧によつて多少の差こそあれ変化することはさけられません。特に C_1, C_2 を可変にして周波数を変えるときは、C_1 と C_2 を完全に一致させることはできない相談です。すると $R_1 = R_2$ $C_1 = C_2$ として考えたオ4図の関係が崩れますから、発振するために必要な増幅度も変り、その都度 Rv を調整してやらなければならないことになります。

フイード・バツク制御　フイード・バックといいますとNFやPFを思い出しますが、広い意味のフイード・バックは“入力の変化を検出して、入力の変化を連続的に打消すか助長する”制御方式のことを指しています。

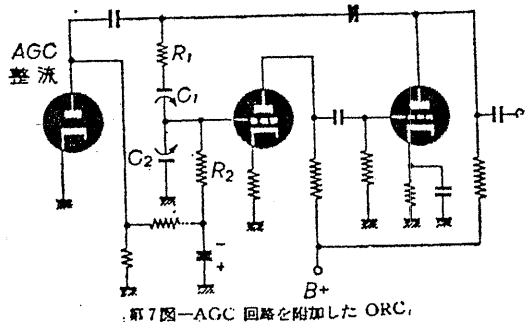
オ5図のORCは増幅度が不安定なことが欠点でした。それを改善したはずのオ6図のORCのは増幅度が一定である点が不都合を生じています。そこでフイード・バック制御を応用してPF回路の変化を検出し、自動的に増幅度を調整してやるのです。

オ7図はその一例で、PFが大き過ぎると出力電圧が増しそれを2極管で整流して得た負の直流電圧を増幅管のバイアスとして与えるAGC方式です。これは出力電圧の安定度が悪く、増幅器に NF がかゝつていませんから波形も同様で、現在ではほとんど顧みられず、つぎの NF 可変型があらゆる点ではるかに秀れています。“NF可変型フイード・バック制御”を行うには、タングステン・ランプのように正の非直線抵抗を使用するものと、サーミスタのように負の非直線抵抗を利用する場合があります。
オ8図はその特性の1例。通過する電流が増加すると内部で発生する熱量 I^2R によつて加熱されて温度が上り、タングステン・ランプの場合は抵抗が増し、サーミスタでは減少します。オ9図Aはタングステン・ランプ使用の例、オ9図Bはサーミスタの例で、ランプと挿入場所が変つています。

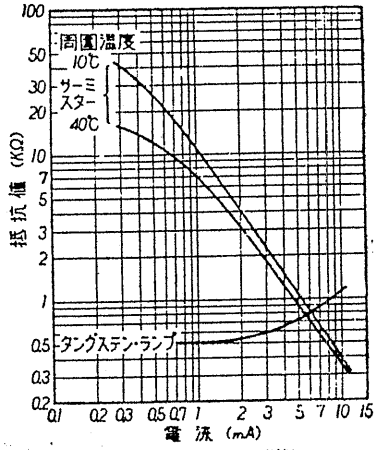
本器の回路

RC 発振回路　本機は非直線抵抗にサーミスタを使用しました。オ8図から明らかなように、ランプよりも電流変化に対する抵抗値変化が大きくとれるので、安定度が飛躍的に向上する（参考図A, B）点と、ランプ使用の回路ではもし電源電圧が変化すると、ランプに流れているカソード電流が変るので、出力電圧が変化するのを嫌つたのです。

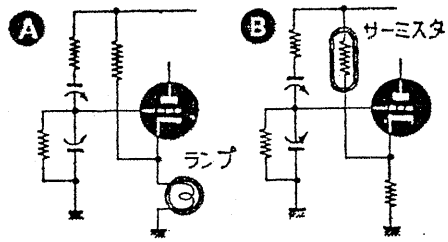
RC回路に組合せる増幅器は、200kc という高周波を発振させることゝ、周囲温度に対する安定度を考慮して、増幅度が大きく位相特性がよく、必要な出力電圧を飽和せずに取出せるものであればよいのです。



第7図—AGC 回路を附加した ORC

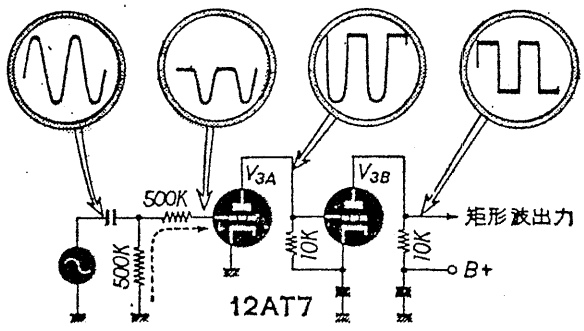


第8図—サーミスタの電流特性

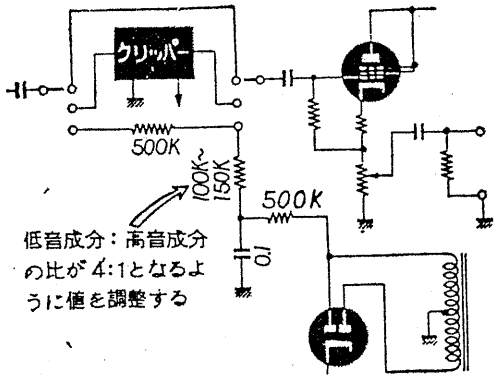


第9図—サーミスタとランプの挿入場所

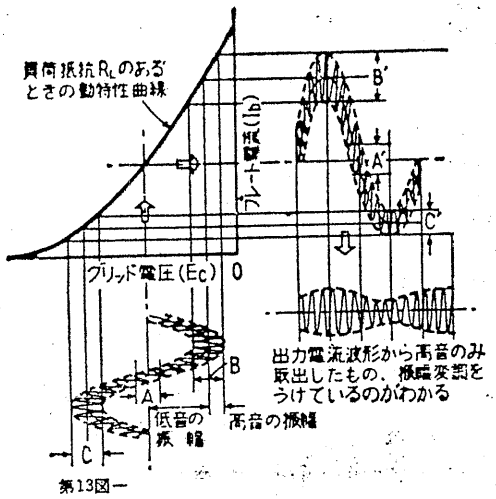
第10図—わずかな位相差もわかる



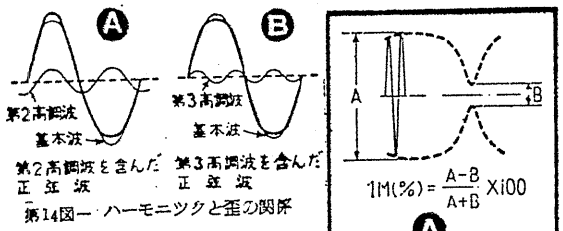
第11図—クリッパー回路により、正弦波が矩形波に変化する様子をオシロ波形で示したもの



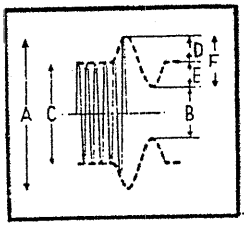
第12図・混変調（IM）歪測定切換回路



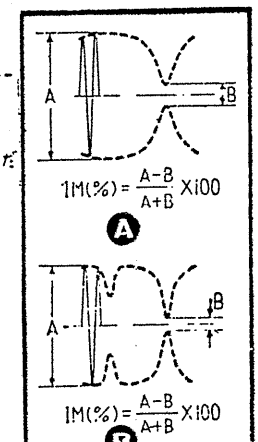
第13図一



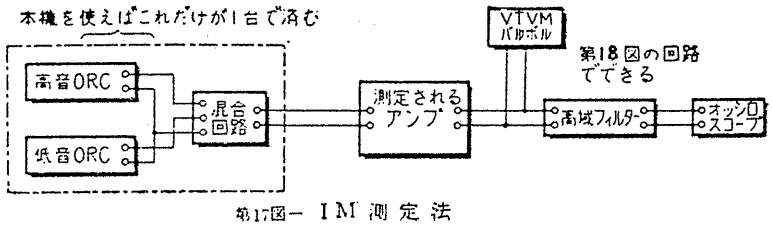
第14図一 ハーモニックと歪の関係



第15図一 IMのはかり方



第16図一 三極管から出るIM波形。五極管から出るIM波形



第17図一 IM測定法

クリツバー回路　短形波の効用をひとくちにいうと、きわめて簡単に、きわめてシビアにアンプの特性を判定できる点にあります。振幅の周波数特性を調べて見て実験誤差の範囲内にある位相変化でも、矩形波を通してみると、明瞭に波形の崩れとなつて現れます。（オ10図）

オ11図は本機に採用したクリッパー回路で、双3極管の12AT7を使つてみました。この場合、正弦波と矩形波の出力電圧(P-P値で)に大差がない利点があります。12AX7では矩形波出力が1/2へり、12AU7では多少切味が悪いかわりに出力電圧は3管の中で最大です。また安価な6AV6を2本使用する手もあります。V_3のヒーター・カソード間の耐圧は真空管が正常であるかぎり心配ありません。本回路で作れる矩形波は20c/sから20kc程度までで、それ以上になると多少ダレてきます。

複合波の形成　これは混変調（IM）歪を測定するためのもので、オ12図のようなものです。普通IM測定に使用する複合波は50または60c/sはの電源周波数を低音とし、それの1/4の振幅をもつ数kcの高音周波数をその上に乗せています。1/4の振幅比を得るには図の100～150kΩの抵抗を調整すればよく、高音周波数は自由に選べます。

IMを測定する　混変調（IM）と高調波歪とは、裏の両面にたとえることができると思います。高調波歪は入力電圧と出力電圧が完全に直線ではない——比例しないために現われ、入力波形の整数倍の高調波が出力波形に加えられるもので、オ14図のAはオ2高調波、Bはオ3高調波が混入した歪波形の一例として、三極出力管と五極出力管の出力電圧波形をしめしたものです。

この高調波歪を発生する回路へ、同時に二つ以上の正弦波を入れたとき新たに発生するのがIMで、入力周波数と高調波関係にない——したがつて不協和関係となり、耳に不快でヤカマシク感じる——成分を発生する点が高調波歪と相違しています。

オ13図は　IMの発生する原理図で、振幅の大きい低音に小振幅の高音を重畳した複合波をグリッドに加えると、高音成分は低音成分のため動作点がA→B→Cと移動させられるので、それに応じて出力電流はA′→B′→C′のように振幅が変化——つまり変調されるのです。オ15,16図は誇張して書いたIMにより変調された高音の図で、オ14図と同様Aは三極管、Bは五極管の場合で、両者を比較してみて下さい。実際にIMを測定するには、オ17図の接続を行います。高域フイルターは、出力波形から変調された高音成分だけを取出だすもので、オ18図のような特性の微分回路です。IMの測定は普通低音として電源周波数の50または60c/sを高音としては3kc～10kcが使われている

ようで、その振幅比は4:1に選ばれています。ではなぜ、そのような値が使われるのでしょうか？　また、これ以外の値では駄目なのでしょうか？　私はつぎのように解釈しています。振幅比は10:1とか100:1のように、できるだけ高音成分を少くするのが理想だと思います。高音の振幅が大きいと、IMされた波形は特性曲線の彎曲、つまりIMを起す原因を忠実に表はすことができません。また、後記するように出力計の形式による誤差を減らすことができるからです。

一方、IMで変調された高音を出力波形から分離するには、低音と高音の周波数が離れているほど、また高音が大きいほど有利ですから、結局現行の値がなんとなく標準的なものとして、認められているように思えます。

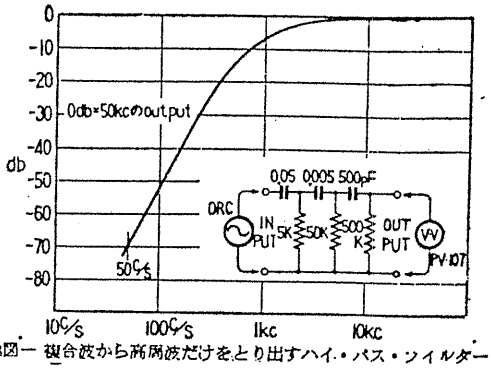
IM測定のもう一つの問題として、出力のきめかたがあります。低音と高音の振幅比を4:1にとつた複合波が、負荷抵抗Rに加えられたときの電力は、低音と高音をそれぞれ単独にRに印加した場合の電力の和となりますから、この関係は才19図に記入のとおりで、低音だけの電力の$^{17}/_{16}$倍になります。しかし、このときのアンプは、複合波の波高値と同じ波高値をもつ正弦波(同図D)を取扱つたときと同じ動きをしているからで、こう考えると、$(1+\frac{1}{4})^2E^2/R=25E^2/16R$の正弦波出力を出しているときと等価になります

このような考え方の相違によつて、出力が$^{25}/_{16}:{}^{17}/_{16}=^{25}/_{17}=1.47$つまり47%もの大きな違いになつて表はれるのですから大変です。(才19図)"IMを測定してみると、アンプのパワーは案外に少ない"といわれていますがその原因の一部はこゝにあるのだと思います。

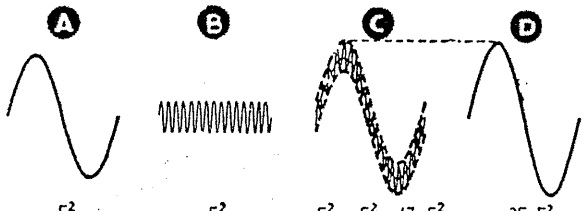
いまゝでの出力～IM曲線は数えきれないほど拝見しましたが、出力の定め方についての説明はなかつたようです。せめて測定方法でも書いてあれば、その場合の出力が複合波出力かそれとも等価正弦波出力なのかわかるのですが、これも記入されていたためしがありません。なぜなら、もし出力電圧を平均値指示形計器(たとえばテスターのAC電圧計)で測定したとすれば、これは低音のみの出力を測定していることになります。また実効値指示型の計器(たとえば熱電電圧計)を使えば、複合波電力の測定ができますそして波高値またはP-P電圧指示計器(たとえばP型バルボル)ならば、等価正弦波出力の測定が可能になるからです

出力回路　出力インピーダンスをさげるためにカソード・フオロワーにしました。出力調整はそのカソード負荷を可変抵抗にして行つているため、周波数の高い矩形波の出力電圧を、波形を崩さずコントロールすることになります才20図と才1図よりもう一歩前進した出力回路で、出力調整によつて出力インピーダンスが変化しません。ただし、トランスが上等でないとサッパリ矩形波が通りません。

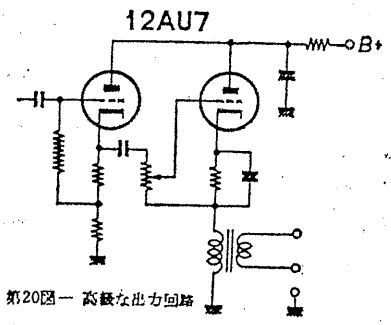
付属回路　供試アンプに矩形波を入れてその出力をオシロで見るとアンプの過渡特性が一目でわかり、周波数特性



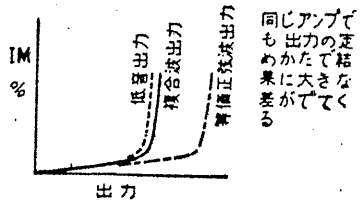
第18図一　複合波から高周波だけをとり出すハイ・パス・フィルター



第19図一　基本波と複合波は同じに取扱えない



第20図一　高級な出力回路



第21図一そこでIMの測定には注意が必要！

の大体の傾向や、そのアンプが安定であるか、発振気味であるか、そしてそれは何サイクルぐらいのところからという見当を容易につけることができます。

本機の矩形波発生回路は、発振部6AR5のプレート側出力を12AT7の一方の三極管のグリットとプレートの飽和特性を利用して形づくつています。

このクリップ回路は入力波形の波高値が異なると矩形波の時間巾がプラス側からマイナス側の各半サイクルで変つてしまうことがありますが、この CR 発振は波形および波高値が正確で安定ですからこのクリップ回路で充分満足できる矩形波が得られます。

複合波を作る回路は、低い方の周波数はAC電源を利用し、6X4の一方のプレートから500kΩと0.1μでデバイドして発振周波数と加え合わせています。出力は6AR5を三極管接続とし、これをカソードホロワーでとりだしています

出力インピーダンスは出力調整用Rvの各々中央で最大になり約2.5kΩになります。

較　　正

発振周波数の較正

較正する前に、ウイーン・ブリッジの容量を合わせる必要があります。方法は別紙の組立説明書をごらんください ラジオのコイル、バリコン、ダイヤル目盛のように、発振素子のRとCを厳密な規格に合せておき、あらかじめ用意してある目盛に周波数を合わせるようにしてあります。

この方法ですと、周波数標準は1つですみ、任意のレンジの、なるべくバリコンの容量の小さいところで唯1点較正すればよく、他の点、他のレンジはひとりでに周波数が合うのでいたつて簡単です。いま2000c/sの周波数標準があるものとして説明しますと

1. ×10（180～2000c/s）のレンジで働作させます。サーミスタは外してRvを入れておきます。
2. 適当な方法、例えば第22図のようにオシロを使つて較正されるORCから正しい2000c/sを発振させます。
3. そのときの指針が——

2000c/s以上を指していたなら、容量が規定より少ないのですからC_{t1}を締めて、したがつてC_{t2}も締めて容量合せを行います。

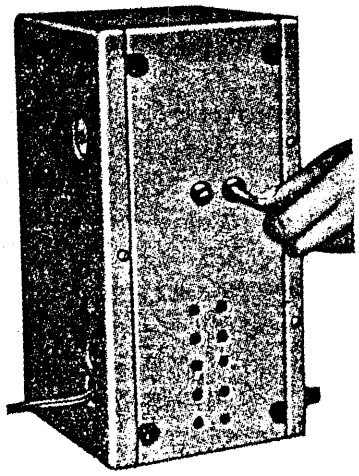
2000c/s以下を指していたなら、前例と反対にC_{t1}を緩めます。

2000c/sの周波数が利用できないときは、2000c/s附近あるいはその整数倍か整数分の1が2000c/s附近になる標準を使つて、その値に指針を合せればよいわけです。JJYで較正した1000c/sの音叉発振器を標準にし、これと較正するORCと2:1のリサージュを作るのも1つの方法です。

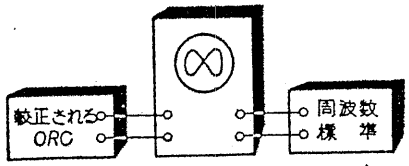
周波数標準

①JJYの1000c/s変調音　短波受信機があれば2.5, 5 10, 15 Mcの標準電波が利用できます。これは毎時の0～9, 10～19分……1000が c/sで変調され、1秒に1回0.02秒間変調が切れるので一層便利です。（第1表）

②ピアノやオルガンなど　正しく調律された楽器のピッチは、アマチユア用としては充分な周波数標準になります 第2表は基準音Aに440c/sをとつた場合の各音の周波数で表に出ていない音はつぎのようにして求めます。例えば、$D^3\sharp = D^1\sharp \times 2 \times 2 \fallingdotseq 623 \times 4 = 2492$c/s. 基準音Aはかならずしも440c/sにとられるとはかぎらず、435c/s～440c/sの場合がありますから、つぎの時報音で較正すれば完全です。



スレーとの調整はケースの外側から



（水平軸は増巾にしておく）

第22図－オシロによる周波数較正法

（周波数）	（発射目時）
2.5 Mc	毎日15.59～翌日7.59
5 Mc	毎日 0.00～ 24.00
10 Mc	毎日 0.00～ 24.00
15 Mc	毎日 0.00～ 24.00

★各波とも毎時29～39分電波を停止
★周波数確度±2×10^{-8}

第1表－JJY　発射時間

（名称）（周波数）	（名称）（周波数）	（名称）（周波数）
A_4 27.50c/s	B 493.88c/s	F^1 698.46c/s
A_3 55.00 〃	C^1 523.25 〃	$F^1\sharp$ 739.99 〃
A_2 110.00 〃	$C^1\sharp$ 554.37 〃	G^1 788.99 〃
A_1 220.00 〃	D^1 587.33 〃	A^1 880.00 〃
A 440.00 〃	$D^1\sharp$ 622.25 〃	A^2 1760.00 〃
A♯ 466 16 〃	E^1 659 20 〃	A^3 3520.00 〃

★Aは基準音

第2表－標準楽器音周波数（平均率音階）

③NHKの時報　ポッ，ポッ，ポッ，ピーと鳴る“ポッ”の方が440c/s “ピー”の方がそれよりオクターブ高い880c/sです。　鳴つている時間の短い欠点はありますが、確度は820 c/sの場合0.00001 c/s以内と発表されていますから標準電波級です。

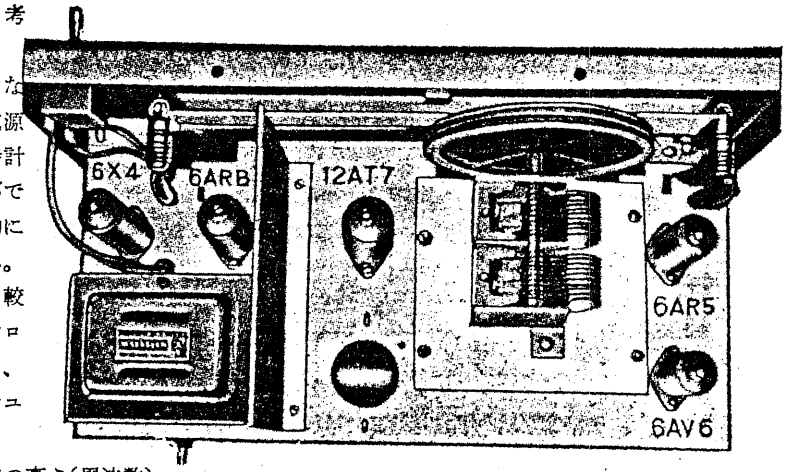
④調律笛、調律音叉　楽器店に売つているバイオリンやピアノ等の調律に用いられる笛や音叉も、アマチユア標準に使用できそうです。確度については何とも申上げられませんが、用途から考えて、少なくとも半音の差（周波数比

1.0595）にくらべてはるかに小さい誤差と考えてさしつかえないと思います。

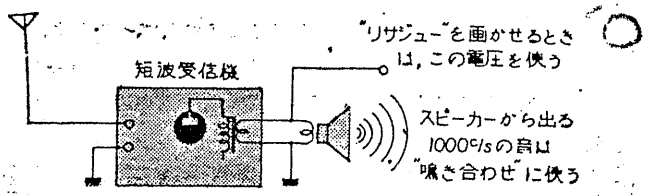
⑤電源周波数　上記のいづれも利用できないときは、やむを得ず50または60c/sの電源周波数を使います。同期機を使つた電気時計が1日に30分遅れたときの誤差は約−2%ですが、これは1日の積分した値で、瞬間的にはもつと大きな誤差があるかも知れません。

周波数の較正　これらの周波数標準と、較正するORCの周波数を比較するにはオシロを使うのが最上で、第22図のように接続し、オシロの水平軸を“増幅”にしてリサージュ図形を作つて判定します。

第2の方法は“鳴き合せ”で、両者の音の高さ（周波数）が接近してくると、唸りのため1秒間に周波数差の音の強弱が聞え、等しくなれば完全に協和（1度）します。鳴き合わせの音量はなるべく音の大きさが同程度で、しかも大きいほど判定が楽で、他の協和関係、8度（2:1）5度（3:2）4度（4:3）あるいは長6度、長3度や短3度、短6度（それぞれ5:3、5:4、6:5、8:5）も利用できます。



JJY　2.5/5/10/15Mc



第23図－JJYを短波受信機で受けて1000c/sを出す

応　　用

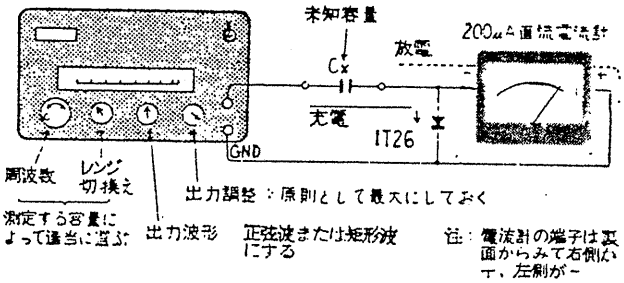
容量計になる　本機にゲルマニウム・ダイオードと直流電流計を組合せると、そのまゝ直読容量計に早変りします

第24図は　その接続発振器の出力波形は、正弦波でも矩形波でも良いのですが、正弦波のときはメーターの指示と容量が正比例しません。

ゲルマニウム・ダイオードはTVの映像検波用に使用されている高伝導度型が良く、メーターの指示は矩形波を使えば第25図のように容量に比例します。

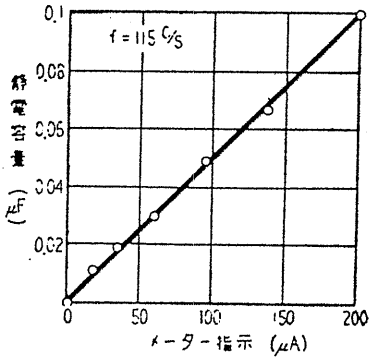
実際の使用法は、容量のはつきりわかつているコンデンサーを数個用意して、メーターが適当な値を指示するように周波数を調整（これが較正になる）すればよいのです。

第3表はそのときの周波数の例で、セットによりまた周囲温度によりこの周波数はかなり変化することがあります



〔第24図〕容量計に早変り

〔第25図〕静電容量はメーターの読みに比例



矩形波で測定した一例

第3表

フル・スケール	正弦波	矩形波
100pF	60 kc	105kc
0.001μF	8.5 kc	13.5kc
0.01 μF	1.02kc	1.6kc
0.1 μF	115c/s	75c/s
0.5 μF	25c/s	42c/s

〈後記〉　本説明書は、〝ラジオ技術〟30年9月号〝電波科学〟30年9月号および31年6月号から転載したものです。
両誌のご厚意を感謝いたします。